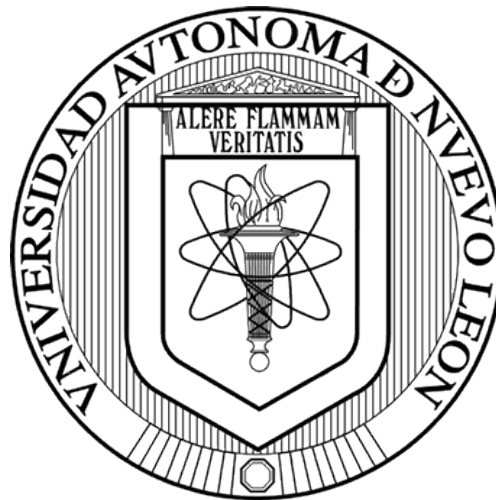


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



**INFLUENCIA DEL MASAJE CON CRIOTERAPIA (ZNAR)
SOBRE LA RECUPERACIÓN POSTERIOR A UNA
COMPETENCIA EN CORREDORES DE FONDO**

Por:

L.C.E. Zeltzin Nereyda Alonso Ramos

TESINA

Como requisito parcial para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE CON
ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO**

Noviembre, 2016




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



Los miembros del Comité de Titulación de la Subdirección de Posgrado de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador **“Influencia del masaje con crioterapia (ZNAR) sobre la recuperación posterior a una competencia en corredores de fondo”**. Realizado por L.C.E. Zeltzin Nereyda Alonso Ramos, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Ato Rendimiento.

COMITÉ DE TITULACIÓN


Dr. Germán Hernández Cruz
Asesor Principal


Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Co-asesor


Dra. Rosa María Cruz Castruita
Co-asesor


Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Subdirectora de Estudios de Posgrado e Investigación

San Nicolás de los Garza N.L. Noviembre del 2016

DEDICATORIA

Doy gracias a la vida, a mi destino por haberme dado unos padres tan maravillosos, que siempre han velado por mis hermanas y por mí, que con su forma de educarnos, valores inculcados, ejemplo y con ese pedacito de cada uno en mí, siempre me han apoyado e impulsado en la realización de mis metas.

Tengo el honor de dedicar este trabajo a mis padres que siempre creen en mí y me alientan a seguir creciendo como profesional y persona, a los cuales he sacrificado en tiempo, espacio, lugar y persona, pero que aun así siempre tienen una palabra de aliento y los brazos abiertos al regresar a casa.

A mis hermanas que siempre están para estresarme un poco más, pero a la vez para siempre hacerme reír, por su paciencia, comprensión y apoyo en el camino que he tomado y que nos ha llevado a estar lejos en ocasiones especiales.

A mis entrenadores Luis, Muller, Giezi, Nacho, Ramón, quienes han sido fuente de inspiración en mi vida para tomar este camino.

A Yessica, Perla y Fanny, por no dejarme caer nunca, por siempre estar en todo momento aun a la distancia y siempre tener las palabras correctas para hacerme sentir bien.

A mis abuelitos, primos, primas, tíos, tías, amigos, amigas, conocidos a todos aquellos que han formado y forman parte de mi vida, a todos los que me han brindado una enseñanza, una anécdota, un momento de vida.

A la Maestra Célida Luz Hinojosa Caballero, quien a través de sus anécdotas y su increíble forma de ver la vida me ha enseñado tanto, en lo académico, lo profesional y sobre la vida misma, ella siempre ha tenido fe en mí y en este trabajo, doy gracias a dios por ponerla en mi vida.

Una dedicatoria especial para Leopoldo López Lara, quien ha sido mi pareja, mi mejor amigo, mi partner, mi maestro jedi y mi copiloto en este viaje, gracias por tu apoyo, tus enseñanzas, tus regaños, tu comprensión, ayuda y paciencia, pero sobre todo, gracias por enseñarme este maravilloso camino, compartirlo conmigo y creer en mi ¡Te amo mucho!

A Mirtha, Jacinto, Mitzi, Itzel, Polo a todos y cada uno ¡Gracias!

¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente al Dr. Germán Hernández Cruz, por escucharme, creer en mis ideas y haberme guiado en la realización de estas, por su extremada paciencia, apoyo y palabras de aliento.

A la Dra. Dulce Edith Morales Elizondo, al Dr. Pedro Gualberto Morales Corral, al Dr. Hugo Aguirre Zuazua y al Dr. Jesús herrera Orozco quienes han sido mis maestros no solo en el ámbito laboral y profesional sino también en lo personal y que han sido parte importante de mi desarrollo profesional, así mismo agradezco al Dr. José Leandro Tristán, a la Dra. Jeanette López Walle, a la Dra. Blanca Roció Rangel Colmenero, a la Dra. Rosa María Cruz Castruita, al Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed, por haberme brindado la oportunidad de vivir esta magnífica experiencia de vida.

A mis compañeros y amigos, Raúl, Miriam, Janeth, Liliana, Trini, por su disponibilidad y apoyo en la realización de este trabajo ¡Son excelentes!

A todos mis maestros y maestras, de quienes tuve la oportunidad y fortuna de aprender experiencias valiosas durante mi formación, me han ayudado a ser mejor persona cada día.

A mis excelentes compañeros de trabajo, que siempre estuvieron apoyándome, corrigiéndome, regañándome y dándome palabras de aliento, Angi, Polo, Mary, Mata, Jesús, Cris, Misa, a todos y cada uno de los voluntarios y alumnos de servicio social de la jefatura de servicios médicos, fisioterapia y rehabilitación de la FOD.

A todos mis alumnos y alumnas que me han brindado su apoyo para sacar adelante mi trabajo, a todos los que me brindaron una frase, una palabra o una palmada para mantenerme motivada. **¡GRACIAS!**

*“La duda,
es uno de los nombres de la inteligencia”*

- Jorge Luis Borges

Ficha descriptiva

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Organización Deportiva

Fecha de Graduación: Diciembre 2015

L.C.E. Zeltzin Nereyda Alonso Ramos

Título de la tesina: **INFLUENCIA DEL MASAJE CON CRIOTERAPIA (ZNAR) SOBRE LA RECUPERACIÓN POSTERIOR A UNA COMPETENCIA EN CORREDORES DE FONDO**

Número de páginas: 49

Candidato para obtener el grado de maestría en actividad física y deporte con orientación en alto rendimiento deportivo

Estructura de la tesina:	Tesina
Contexto temático:	Recuperación deportiva
Justificación del tema:	Propuesta de una terapia para mejorar el proceso de recuperación.
Propósitos:	Determinar si la combinación del masaje y crioterapia disminuyen los efectos de daño muscular favoreciendo la recuperación en atletas de fondo posterior a una competencia.
Objetivos de su programa	
Metodología:	Diseño experimental
Resultados:	El grupo que recibió el tratamiento no muestra diferencia significativa en los incrementos de la CK y tiende a recuperarse en un menor tiempo, a diferencia del grupo control, que requiere de más tiempo para su recuperación.
Conclusiones:	Con base a los resultados obtenidos podemos concluir que el masaje con crioterapia favorece al proceso de recuperación y eliminación de la CK, permitiendo al organismo afrontar de mejor manera los afectos negativos del daño muscular.
Aportaciones y sugerencias:	Ampliar la muestra, además de probar el masaje con crioterapia en deportes de carácter intermitente tanto en competencias como entrenamientos de alta intensidad.

Tabla de contenido

Contenido

Capítulo I	12
1. Introducción	12
1.1 Justificación	13
1.2 Planteamiento del problema.....	14
1.3 Marco teórico	15
1.3.1 Masaje.....	15
1.3.2 Efectos del masaje.....	15
1.3.3 Efecto biomecánico.....	15
1.3.4 Efectos fisiológicos.....	16
1.3.5 Efectos neurológicos.....	16
1.3.6 Efectos psicológicos.....	17
1.3.7 Efectos sobre el daño muscular.....	17
1.3.8 Técnicas de masaje.....	17
1.3.2 Crioterapia.....	19
1.3.2.1 Efectos fisiológicos.....	19
1.3.2.2 Formas de aplicación.....	19
1.3.2.3 Contraindicaciones.....	20
1.3.3 Inmersión en hielo.....	20
1.3.3.1 Efectos fisiológicos.....	20
1.3.3.2 Formas de aplicación.....	21
1.3.3.3 Contraindicación.....	21
1.3.4 Crioterapia de cuerpo completo o criosauna.....	22
1.3.4.1 Efectos fisiológicos.....	22
1.3.4.2 Forma de aplicación.....	22
1.3.4.3 Contraindicaciones.....	22
1.3.5 Creatina Kinasa.....	23
1.3.6 Atletismo.....	25
1.3.7 Competencia	26
1.4 Objetivo general.....	27
1.4.1 Objetivos específicos	27

1.5 Preguntas de investigación.....	28
1.6 Hipótesis	28
Capítulo II	29
2. Metodología	29
2.1 Diseño	29
2.2 Población y muestra	29
2.3 Criterios de inclusión:	29
2.4 Criterios de exclusión:	29
2.5 Variables	30
2.5.1 Dependiente.	30
2.5.2 Independiente.	30
2.6 Procedimiento de reclutamiento.....	30
2.7 Tratamiento del grupo experimental	31
2.7.1 Descripción del Protocolo de masaje con crioterapia.	31
2.7.2 Materiales para la aplicación del masaje con crioterapia.	31
2.7.3 Duración del masaje.....	31
2.7.4 Características del masaje.	32
2.7.5 Recomendaciones para la aplicación del masaje.	32
2.7.6 Contraindicaciones del masaje.....	32
2.7.2 Determinación de la Creatin kinasa	35
2.7.2.1 Material necesario:.....	35
2.7.2.2 Protocolo de toma de muestra.	35
2.7.2.3 Realización del test.	36
2.8 Análisis estadístico.....	36
Capítulo III.....	37
3. Resultados	37
3.1	38
Datos de la CK en las tomas realizadas.	38
Capítulo IV.....	45
4. Discusión.....	45
4.1 Limitaciones.....	48
5. Conclusión	48
Referencias.....	49

Lista de figuras

Figura

1. Zona de intensidad de la frecuencia cardiaca de los corredores.....	37
2. Valores de la CK del sujeto 1 (grupo experimental).....	38
3. Valores de la CK del sujeto 2 (grupo control).....	38
4. Valores de la CK del sujeto 3 (grupo experimental).....	39
5. Valores de la CK del sujeto 4 (grupo control).....	39
6. Valores de CK del sujeto 5 (grupo experimental).....	40
7. Valores de CK del sujeto 6 (grupo control).....	40
8. Valores de CK del sujeto 7 (grupo experimental).....	41
9. Valores de CK del sujeto 8 (grupo control).....	41
10. Valores de CK del sujeto 9 (grupo experimental).....	42
11. Valores de CK del sujeto 10 (grupo control).....	42
12. Valores de CK del sujeto 11 (grupo experimental).....	43
13. Valores de los CK por grupo en las diferentes tomas. * Diferencia significativa con respecto a la de reposo $p < .05$	43

Lista de tablas

Tabla 1	333
Tabla 2	37
Tabla 3.....	44

Capítulo I

1. Introducción

Las exigencias del deporte de alto rendimiento en la actualidad son muy elevadas, por lo que los atletas se esfuerzan por dar su máximo rendimiento en cada entrenamiento y competencia, por lo que la recuperación juega un papel importante dentro de su rendimiento deportivo, con la finalidad de no afectar los entrenamientos o competencias posteriores (Dawson, Gow, Modra, Bishop & Stewart, 2005). Es por ello, que tanto atletas como entrenadores utilizan diversos métodos de recuperación para aminorar los síntomas del daño muscular, combinados o por separado, como lo son estiramientos, masaje, compresión, medicamentos, ejercicio, frío (crioterapia) e inmersión en agua (Barnett, 2006; Cheung, Hume, & Maxwell, 2003).

Dentro de las estrategias de recuperación más utilizadas por los atletas destacan la inmersión en agua fría (Leeder, Gissane, van Someren, Gregson, & Howatson, 2012) y el masaje (Ernst, 1998) .

1.1 Justificación

En la actualidad el uso de los medios de recuperación como el masaje, la crioterapia y la inmersión en agua fría van en aumento, aun así no se ha evaluado completamente la efectividad de estos métodos de recuperación (Cafarelli & Flint, 1992; Dawson, et al 2005; Poppendieck et al., 2016). Anteriormente se utilizaba solo un método de recuperación, pero conforme la exigencia del deporte de elite aumenta los atletas buscan una recuperación más efectiva combinando los diferentes métodos.

Es por ello que esta investigación busca determinar la efectividad de la combinación del masaje y la crioterapia con el fin de analizar los efectos sobre la recuperación del daño muscular provocado por una competencia en atletas de fondo.

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo a la revisión de los antecedentes de las terapias más utilizadas por los atletas (Dawson, et al 2005; Poppendieck et al., 2016), se evidencia la falta de investigación científica que apoye los beneficios de las mismas, así como la combinación de diversas técnicas que permitan incrementar los beneficios del mismo repercutiendo en la recuperación del atleta. Por lo que nuestro principal interés radica en conocer cómo influye la aplicación del masaje con crioterapia sobre los síntomas del daño muscular posterior a una competencia en corredores de fondo.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Masaje

El masaje se define como la manipulación manual del tejido corporal con presión rítmica y caricias con el fin de promover la salud y el bienestar (Cafarelli & Flint, 1992). El masaje se ha aplicado como medio higiénico profiláctico, sanitario y para aumentar los resultados deportivos desde hace 35,000 años, ningún pueblo puede reivindicar el descubrimiento del masaje y la elaboración de sus metodologías. El masaje surgió debido a necesidades terapéuticas y fue probablemente uno de los primeros medios curativos en muchos pueblos del mundo.

Los primeros usos deportivos del masaje fueron utilizados por los monjes del ministerio de Shaolin quienes lo utilizaban antes y después de la lucha de kung fu en el siglo III. En la actualidad el masaje se usa con fines terapéuticos y de preparación para los deportistas de elite (Biriukov, 2003).

1.3.2 Efectos del masaje.

Los efectos biomecánicos, fisiológicos, neurológicos y psicológicos del masaje se han discutido en diversos artículos (Cafarelli & Flint, 1992; Poppendieck et al., 2016; Weerapong, Hume & Kolt, 2005). El masaje incrementa el flujo sanguíneo, reduce la tensión muscular y la excitabilidad neurológica e incrementa la sensación de bienestar (Weerapong et al., 2005). Debido al incremento del flujo sanguíneo se cree que se elimina el líquido extra celular de los músculos afectados, se disminuye la inflamación y el dolor (Kargarfard et al., 2005).

1.3.3 Efecto biomecánico.

Disminuye la adhesión de tejidos, ayuda a la movilización y alargamiento del tejido conectivo acortado o adherido, mejorando la funcionalidad del musculo, disminuyendo la rigidez pasiva y activa así como el rango de movimiento (Weerapong et al., 2005).

1.3.4 Efectos fisiológicos.

Aumenta la temperatura de la piel y del músculo: aumentando el calor local provocando una hiperemia. Aumenta el flujo sanguíneo: se cree que este aumento de flujo sanguíneo permite un mejor aporte de nutrientes y una mayor eliminación de productos de desecho metabólico derivados de la inflamación y el daño muscular, eliminando el líquido extra celular de los músculos afectados, disminuyendo la inflamación y el dolor (Kargarfard et al., 2005; Torres & Salvat 2006) debido a la vasodilatación de los vasos sanguíneos, sin embargo otros autores (Hinds et al., 2004; Morelli, 1991) han obtenido resultados en los que solo se muestra un aumento del flujo local y cutáneo. Incrementa la actividad parasimpática: disminuye los niveles de serotonina y cortisol (Hernandez-Reif, Field, Krasnegor & Theakstone, 2001; Ironson et al., 1996) disminuye la frecuencia cardíaca y la presión arterial (Shulman, 1996) e incrementa las endorfinas (Weerapong, et al., 2005). Efecto muscular: se produce una disminución en la excitabilidad de la motoneurona alfa esto contribuye a aliviar los espasmos musculares y posiblemente a interrumpir el ciclo dolor-tensión-dolor, también aumenta el flujo sanguíneo del músculo por lo que mejora el tono muscular (Hemmings, 2000).

1.3.5 Efectos neurológicos.

Excitabilidad neurológica y reflejo de Hoffman: estimula receptores sensoriales reduciendo la tensión muscular por la reducción de la excitabilidad muscular por los cambios en el reflejo de Hoffman, aumentando la amplitud del reflejo durante el masaje (Morelli, Seaborne & Sullivan, 1990; Weerapong et al., 2005)

Reduce el dolor y espasmo muscular: los posibles mecanismos responsables son neurológicos, al activar mecanismos de bloqueo neural en la medula espinal, la masaje estimula las grandes fibras nerviosas rápidas para después bloquear las fibras nerviosas lentas y pequeñas que son las que detectan el dolor, esto resulta en la inhibición lateral local de la medula espinal, lo que se conoce como la teoría de la

puerta de entrada o de la puerta de control (Guyton & Hall 2000), fisiológicos (sustancias bioquímicas: encefalinas, endorfinas, serotonina) y mecánico (alineación de las fibras musculares) (Torres & Salvat 2006).

Se produce una disminución en la excitabilidad de la motoneurona alfa esto contribuye a aliviar los espasmos musculares y posiblemente a interrumpir el ciclo dolor-tensión-dolor, también aumenta el flujo sanguíneo del músculo por lo que mejora el tono muscular (Hemmings, 2000; Torres & Salvat 2006).

1.3.6 Efectos psicológicos.

Se ha relacionado el masaje con el alivio de la ansiedad, la depresión y el estrés por su efecto de relajación y sensación de bienestar general relacionado con la disminución de la actividad simpática (Weerapong, et al., 2005).

1.3.7 Efectos sobre el daño muscular.

De acuerdo a lo reportado en algunos estudios (Crane et al., 2012; Kargarfard et al., 2005; Nelson, 2013; Smith et al 1994; Tiidus & Shoemaker, 1995), se cree que el aumento del flujo sanguíneo local y el flujo linfático, ayudan en la disminución de los síntomas del daño muscular como la inflamación, el dolor muscular y la creatin kinasa en sangre.

1.3.8 Técnicas de masaje.

Per Henrik Ling es considerado el fundador de las técnicas modernas de masaje, el llamado masaje sueco o básico, para la aplicación en cuerpo completo y masaje deportivo (Cafarelli & Flint, 1992)

Se consideran 5 técnicas como básicas o elementales, se les llama de diferentes formas, según el idioma o región y de ellas se derivan algunas variables, dependiendo el tipo de masaje. Cada una de las técnicas tiene el propósito de generar un efecto fisiológico específico. Las 5 técnicas son:

1.- Frotación: : Con esta técnica se da el primer y último contacto con el paciente (Cafarelli & Flint, 1992), se realiza con la superficie de la palma de la

mano, intentando abarcar una zona amplia, en un movimiento suave y rítmico, siempre de manera ascendente, de distal a proximal, empleando diferentes formas: en línea recta, zigzag, espiral, circular (Biriukov, 2003), esta técnica sirve para distribuir el lubricante o aceite, preparar a el atleta para la manipulación con las demás técnicas, produce una relajación general y favorece la circulación al dilatarse los vasos sanguíneos, provocando una sensación de calor local y un aumento de temperatura (Rumpler & Schutt, 1992), también favorece la eliminación de células muertas de la epidermis, la respiración cutánea, la función secretora de las glándulas sebáceas y sudoríparas, el tono muscular y cutáneo y la función de contracción de las glándulas cutáneas y la flexibilidad y elasticidad de la piel (Cafarelli & Flint, 1992), con una aplicación continua produce un efecto analgésico (Biriukov, 2003).

2.- Amasamiento: Es de las técnicas principales, en el masaje de recuperación se aplica aproximadamente un 80% del total del masaje, se realiza con ambas manos en una acción de presión y deslizamiento contrario repetidamente (Cafarelli & Flint, 1992), esta técnica actúa principalmente en el sistema muscular, mejorando la nutrición de los tejidos, promoviendo el intercambio de sustancias y la eliminación de los productos metabólicos, favoreciendo la disminución de la fatiga muscular, el aumento de la capacidad de contracción muscular y el aumento de la movilidad articular (Biriukov, 2003).

3.- Fricción: Es una técnica que se aplica en movimientos circulares de manera enérgica, con una presión sobre el tejido a trabajar, se aplica con el pulplejo de los dedos, las puntas y el pulgar (Rumpler & Schutt, 1992), esta acción mecánica profunda provoca una excitación en los receptores de los tejidos y los vasos sanguíneos, favoreciendo un aumento de la circulación sanguínea, la eliminación de desechos metabólicos, la disminución de la tensión muscular y la reducción del dolor muscular.

4.- Golpeteo: Es una técnica que se puede aplicar de diferentes maneras, con el borde cubital de la mano semi cerrada, con la cara dorsal de la primera y segunda falange de los dedos, con el resto de la palma de la mano, así como con el borde cubital con la mano semi abierta; todas en secuencias muy seguidas. La aplicación de esta técnica favorece el aumento de tono muscular, aumenta la excitabilidad del sistema nervioso (Rumpler & Schutt, 1992).

5.- Vibraciones: Es una técnica que se puede emplear con las manos o con un aparato, el efecto fisiológico de esta técnica varia, dependiendo de la frecuencia, la amplitud y la duración de los movimientos oscilatorios, favorece la disminución de la fatiga, acelera los procesos de recuperación y estimula el sistema nervioso.

1.3.2 Crioterapia

La crioterapia es la aplicación del frio con fines terapéuticos (García & Seco, 2003; Huter-Becker, Schewe & Heipertz, 2005). La crioterapia se utiliza desde la antigüedad para el alivio del dolor, donde su manera de emplearlo eran métodos naturales, como la nieve, el hielo o el agua, en los últimos años se ha popularizado en el ámbito deportivo, por su efecto analgésico, desinflamante y sus fáciles métodos de aplicación, como los sprays, el hielo o los cold packs (Huter-Becker et al, 2005).

1.3.2.1 Efectos fisiológicos.

Contracción de los vasos sanguíneos, reducción de la permeabilidad capilar, flujo sanguíneo e inflamación. Reduce la velocidad de la conducción nerviosa, disminuye el espasmo y tono muscular. Eleva la presión sanguínea y la frecuencia cardiaca, disminuye la sensación de dolor debido a la inhibición de los receptores superficiales del dolor situados en la piel (Huter-Becker et al, 2005).

1.3.2.2 Formas de aplicación.

- Bolsas de hielo: aplicación de bolsas de plástico con hielo triturado de manera directa en la zona a tratar.
- Masaje con hielo: movimientos de frotación con polos de hielo.

- Compresas frías: compresas de gel congeladas para aplicación directa.
- Inmersión: introducir el área a tratar en una tina o recipiente con hielos y agua.
- Aerosol o spray: se utiliza cloruro de etilo, aplicado directamente en la zona a tratar.
- Terapia de gas frío (nitrógeno en gas)

1.3.2.3 Contraindicaciones.

La crioterapia es uno de los medios terapéuticos más fáciles de aplicar y de fácil acceso para el deportista, sin embargo existen algunas precauciones que se deben considerar al momento de la aplicación, no todas las personas pueden utilizar la crioterapia y en otras se debe tener precaución (Huter-Becker et al, 2005).

- Alteraciones avanzadas del riego sanguíneo
- Trastornos tróficos
- Enfermedad de Raynaud II estadio
- Sensibilidad al frío
- Aglutinación por frío
- Hemólisis por frío
- Urticaria por frío
- Crioglobulinemia

1.3.3 Inmersión en hielo

La inmersión en agua fría o WCI (Cold Water Immersion) por sus siglas en inglés es la introducción del cuerpo en baños de agua con hielo a diferentes temperaturas que pueden ser los 30°C hasta los 10°C o inclusive menor (Ascensao, Leite, Rebelo, Magalhaes & Magalhaes, 2011; Ihsan, Watson & Abbiss, 2016)

1.3.3.1 Efectos fisiológicos.

La inmersión en agua fría es un auxiliar en la disminución de la temperatura de los tejidos y el flujo sanguíneo posterior a la actividad física.

Reduce la tensión cardiovascular y ayuda a la eliminación de los productos metabólicos musculares acumulados por la actividad física (Ihsan et al, 2016)

1.3.3.2 Formas de aplicación.

Debido a su posible efecto positivo en la ayuda de la disminución de la fatiga y la aceleración de la recuperación, ha tenido una ganancia de popularidad considerable y se han estudiado diferentes formas de aplicación, como la forma parcial o total de inmersión. En la primera forma el atleta se introduce en una bañera o alberca que contenga agua con hielo suficiente para cubrirlo hasta la zona del pecho, en la segunda el atleta solo quedará cubierta por el agua fría hasta la zona de la cintura (Ihsan et al, 2016)

1.3.3.3 Contraindicación.

Las precauciones que se deben tener a la hora de aplicar esta técnica de recuperación son similares a las generales de la crioterapia, ya que se trabaja con el mismo medio físico, sin embargo se debe tener especial atención en las sensaciones del atleta, ya que esta técnica suele ser muy dolorosa en los primeros momentos debido a la sensación ocasionada por la baja temperatura del agua.

- Alteraciones avanzadas del riego sanguíneo
- Trastornos tróficos
- Enfermedad de Raynaud II estadio
- Sensibilidad al frío
- Aglutinación por frío
- Hemólisis por frío
- Urticaria por frío
- Crioglobulinemia

En la actualidad debido a la popularidad de esta técnica, es común que se utilice en eventos deportivos masivos como carreras, donde al finalizar su competencia varios competidores se introducen en una misma alberca con hielos,

por lo que en casos como estos se debe tomar en cuenta los posibles focos de infección.

1.3.4 Crioterapia de cuerpo completo o criosauna

La crioterapia de cuerpo completo o WBC (Whole Body Cryotherapy) por sus siglas en ingles consiste en la introducción de la persona en una cabina especial y de alto costo donde el cuerpo completo queda expuesto a aire muy frío a temperaturas que van de -110°C a -140°C , (Banfi, Lombardi, Colombini & Melegati, 2010).

1.3.4.1 Efectos fisiológicos.

Disminuye la temperatura de los tejidos, reduce la inflamación, es analgésico y mejora la recuperación después la actividad física (Bleakley, Bieuzen, Davison & Costello, (2014).

1.3.4.2 Forma de aplicación.

El sujeto se introduce en una cámara especial (criosauna) con el mínimo de ropa, utilizando guantes, calcetines y zapatos secos, para evitar lesiones por el frío, así como una banda para las orejas y una máscara que cubra nariz y boca, la cámara cubre a la persona hasta el cuello, de esta manera todo el cuerpo de la persona es expuesta al gas frío, por un espacio de 2 a 5 minutos (Bleakley et al 2014).

1.3.4.3 Contraindicaciones.

Las precauciones que se deben tener a la hora de aplicar esta técnica de recuperación son similares a las generales de la crioterapia, ya que se trabaja con el mismo medio físico, sin embargo en esta técnica se debe tener especial atención en que la ropa que usa el sujeto este completamente seca, ya que debido a la baja temperatura se podría congelar esa zona, se debe estar vigilando a la persona en todo momento física y cognitivamente

- Alteraciones avanzadas del riego sanguíneo
- Trastornos tróficos

- Enfermedad de Raynaud II estadio
- Sensibilidad al frío
- Aglutinación por frío
- Hemólisis por frío
- Urticaria por frío
- Crioglobulinemia

1.3.5 Creatina Kinasa

La creatin kinasa (CK) es una proteína globular dimérica, consiste en dos subunidades con una masa molecular de 43-45 kDa para cada unidad. Existen al menos cinco isoformas de CK: tres isoenzimas en el citoplasma (CK-MM, CK-MB, CK-BB), y dos isoenzimas (no sarcoméricas y sarcoméricas) en mitocondrias que se incrementan en las miopatías mitocondriales. La CK-BB se encuentra principalmente en el cerebro, la CK-MB en el tejido cardíaco y la CK-MM principalmente en el músculo esquelético. (Miranda, 2016).

La CK es un sustrato metabólico que se encuentra en un 98% en el tejido muscular (Montero, Peinado, Ortega & Gross, 2006). Estas son proteínas conocidas como tetrámeros macro-CK debido a su gran tamaño molecular de la polimerización de las isoenzimas, CK-MM y CK-BB con IgG en el tipo I, y con CK mitocondrial en el tipo II, esta presencia de isoenzimas macro-CK tiene valor pronóstico. Muchos estudios han informado de la presencia de macro-CK en pacientes que desarrollaron patologías cardiovasculares o autoinmunes, mientras que la macro-CK tipo II se encontró en los pacientes con condiciones malignas (Brancaccio, Limongelli & Mafulli, 2006)

Las isoenzimas citoplasmáticas (CK-MM, CK-MB, CK-BB) proporcionan información específica de tejido lesionado debido a su distribución en ellos. La CK-MM se encuentra en varios dominios de la miofibra donde el consumo de ATP es alto y es un marcador de la enfermedad del músculo. El ejercicio extenuante que

daña las células del músculo esquelético en su estructura a nivel de sarcolema y discos-Z resulta en un aumento de la CK total, ya que la CK-MM es una enzima citosólica que une específicamente a la miofibrilla situada en el sarcómero, una estructura compleja que contiene al menos 28 proteínas diferentes (Miranda, 2016).

Cuando el ejercicio se realiza con una intensidad que está dentro del rango normal del metabolismo, el tejido muscular se ejerce sin cambios significativos en la permeabilidad de la membrana. Sin embargo, cuando la intensidad del ejercicio supera este rango normal, aparecen los cambios de permeabilidad de la membrana y enzimas en la circulación. La CK se filtra dentro de los plasmas procedentes de las fibras músculo esqueléticas cuando éstas son demandadas por repetidas e intensas contracciones. Bajo condiciones de catabolismo la concentración de CK en suero muestra un mayor incremento, que la concentración en suero de otras proteínas musculares, como resultado y aun que su validez como marcador de lesión inducida por el ejercicio ha sido cuestionada, la CK ha sido extensamente usada como un marcador de la intensidad del ejercicio (Miranda, 2016).

Los niveles de CK son dependientes de la edad, género, raza, masa muscular, actividad física y condiciones climatológicas. El comportamiento de la CK incrementa después del ejercicio y se alcanza un pico a las 24 horas, pudiendo permanecer elevada de 48 a 72 horas. Los atletas tienen mayor CK en reposo en comparación con sujetos no entrenados, esto probablemente debido a la mayor masa muscular y el entrenamiento diario realizado. Sin embargo, después del ejercicio, la actividad sérica de la CK depende del nivel de formación, a pesar de que los atletas experimentan mayor dolor muscular en comparación con los sujetos no entrenados, su actividad sérica es menor (Vetter, 2007).

La CK es una variable comúnmente utilizada en el control del entrenamiento, ya que algunos trabajos muestran una relación entre la CK y parámetros de entrenamiento como el volumen y la intensidad. Algunas otras enzimas y proteínas comúnmente analizadas en el daño muscular inducido por el ejercicio incluyen a la CK, lactato deshidrogenasa, aspartatoaminotransferasa y la

mioglobina, sin embargo la CK parece ser el mejor indicador de la gravedad del ejercicio y el efecto en el tejido (Brancaccion, et al 2006; Miranda, 2016).

Se considera que valores superiores a 200 U/I pueden significar que la carga ha sido excesiva, de manera que parece aconsejable se realice un entrenamiento de recuperación, o por el contrario los atletas con valores de CK por debajo del límite superior probablemente pudieran realizar ejercicio con menores posibilidades de sobre carga o lesión (Miranda, 2016; Montero et al, 2006)

1.3.6 Atletismo

Los orígenes del atletismo son tan antiguos como el hombre. Correr, saltar y lanzar constituye actividades motrices básicas del ser humano, en casi todas las culturas y civilizaciones, las carreras, los saltos o los lanzamientos han estado presentes en su forma de producción, sus rituales, juegos y celebraciones. Sin embargo, no es hasta 1838 que aparece el atletismo como el deporte que conocemos hoy en día, el cual es una suma de actividades que se agrupan bajo ese nombre como lo son: las carreras, los saltos, los lanzamientos, la marcha atlética y las pruebas combinadas (Rius, 2005). El atletismo moderno está compuesto por:

Las carreras

- Velocidad: 100, 200 y 400 metros planos
- Vallas: 110 m varonil y 100 femenino, 400 m y 3000 con obstáculos.
- Medio fondo: 800 y 1500 metros planos
- Fondo: 5000 y 10000 metros planos
- Gran fondo: maratón
- Relevos: 4x100 y 4x400 metros planos

Los saltos

- Altura
- Longitud
- Con pértiga

- Triple

Los lanzamientos

- Bala o peso
- Disco
- Martillo
- Jabalina

La marcha

- 50 km varonil
- 20 km varonil y femenino

Las pruebas combinadas

- Decatlón
- Heptatlon

1.3.7 Competencia

Para el estudio del estímulo que recibieron los sujetos fue una carrera de 10 km, esta distancia dentro del atletismo está considerada como fondo. La carrera es una actividad motriz cíclica, lo que quiere decir que su estructura se repite una y otra vez, es una modalidad que se caracteriza por necesitar esfuerzos de larga duración, y un gasto energético muy grande para su realización (Hornillos, I. 2000).

1.4 Objetivo general

Determinar si la combinación del masaje y crioterapia disminuyen los efectos de daño muscular favoreciendo la recuperación en atletas de fondo posterior a una competencia.

1.4.1 Objetivos específicos

- Establecer el orden e intensidad de las técnicas del masaje con crioterapia.
- Determinar el grupo de atletas y la competencia a analizar.
- Establecer un grupo experimental que recibe el masaje con crioterapia y un grupo control sin tratamiento.
- Realizar una toma basal de CK y al final de la competencia, 24 y 48 horas terminada la competencia en ambos grupos.
- Implementar la aplicación del masaje con crioterapia al grupo experimental dos horas después de terminada una competencia.
- Analizar la CK por espectrofotometría de reflexión automática
- Realizar las pruebas pertinentes de estadística

1.5 Preguntas de investigación

¿La combinación del masaje con crioterapia disminuye los efectos del daño muscular?

¿Los valores de la CK posterior a una competencia regresan a sus valores basales en menor tiempo con la ayuda del masaje con crioterapia?

¿Existirá una diferencia significativa entre los valores de recuperación medidos a través de la CK entre el grupo experimental y control?

1.6 Hipótesis

El masaje con crioterapia posterior al ejercicio favorece el proceso de recuperación disminuyendo el daño muscular evaluado con la creatin kinasa.

Capítulo II

2. Metodología

2.1 Diseño

Es un estudio de tipo experimental, ya que contiene un grupo control y uno experimental, el grupo experimental recibió el tratamiento (variable independiente) para medir el efecto sobre los niveles de la CK (variable dependiente)

2.2 Población y muestra

La muestra estuvo constituida por 11 corredores de fondo del equipo representativo varonil de Tigres de la UANL. Los sujetos que participaron en este estudio fueron informados del procedimiento a seguir al inicio del estudio, mediante una reunión informativa, y una vez que aceptaron firmaron una carta de consentimiento informado. Este estudio tuvo como sede las instalaciones de la universidad autónoma de nuevo león para la toma, análisis de muestras y aplicación del protocolo y las instalaciones de la carrera del deportivo San Agustín para la carrera de 10 kilómetros de los sujetos.

2.3 Criterios de inclusión:

- Ser integrante del equipo representativo Tigres de la U.A.N.L.
- No contar con alguna lesión o patología que pudiera alterar el resultado de los análisis.
- Asistencia y realización de todas las pruebas o análisis que requiera la investigación.

2.4 Criterios de exclusión:

- No aceptar las condiciones del estudio
- Incumplir en alguna de las pruebas o análisis de la investigación

2.5 Variables

2.5.1 Dependiente.

- Marcador biológico (CK)

2.5.2 Independiente.

- Masaje con crioterapia

2.6 Procedimiento de reclutamiento

Se diseñó un protocolo de masaje combinando la crioterapia y diferentes técnicas de masaje como medio de recuperación después del ejercicio. Se reunió al equipo de corredores de fondo representativo Tigres de la UANL que cumplía con las características de los sujetos necesarios para la aplicación del protocolo y se les explicó en qué consistía el estudio. Se analizó su calendario de competencias y se seleccionó la competencia en la que se aplicaría el protocolo de masaje.

Se seleccionó una carrera de 10km que estaba dentro de su programa de competencias, los sujetos del estudio compitieron en la carrera de 10 kilómetros, dos horas después de finalizar la carrera se les aplicó el tratamiento de masaje con crioterapia al grupo experimental. Con la finalidad de incentivar al grupo control se le brindó un masaje relajante terminado el estudio, es decir dos días después de terminada la competencia y posterior a la última toma de muestra de sangre.

La aplicación del protocolo se estableció de acuerdo al orden de llegada de los atletas al final de la competencia. Se estableció un grupo experimental que recibió el tratamiento de masaje con crioterapia conformado por los que llegaron en primero, tercero, quinto, séptimo, noveno y onceavo lugar y el grupo control sin tratamiento conformado por los sujetos que llegaron en segundo, cuarto, sexto, octavo y décimo lugar. Se colectaron cuatro muestras sanguíneas capilar para el análisis del daño muscular: la primera fue 1 día previo a la competencia en condiciones de reposo, la segunda fue a las dos horas terminada la competencia, la tercera a las 24 horas y la cuarta a las 48 horas. Todas las muestras se tomaron en el

área de bioquímica del Laboratorio de Rendimiento Humano de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

2.7 Tratamiento del grupo experimental

2.7.1 Descripción del Protocolo de masaje con crioterapia (ZNAR).

En la tabla 1 se muestra la descripción del masaje con crioterapia que se aplicó al grupo experimental, se muestran seis columnas: en la columna uno se describe la posición en la que debe estar el sujeto para recibir el masaje, en la columna dos se describe el tiempo que se aplica cada técnica, la columna tres describe la frecuencia o cantidad de veces que se repite una técnica en el tiempo especificado, la columna cuatro describe la técnica que se utilizó, la columna cinco describe la zona del cuerpo donde se aplicó la técnica señalada y en la columna seis se da una breve explicación de cómo aplicar la técnica.

2.7.2 Materiales para la aplicación del masaje con crioterapia (ZNAR).

- Camilla para masaje (plegable) a la altura adecuada de los aplicadores
- Aceite
- 2 bolsas de plástico
- Hielo molido o en trozos pequeños para no lastimar al sujeto (800 g)
- Soportes para empeine (cojín)

2.7.3 Duración del masaje con crioterapia (znar).

El masaje con crioterapia tiene un tiempo total de aplicación de 15 minutos para ambas piernas, de los cuales 5 minutos son para la crioterapia en ambas piernas (2 minutos y medio por la parte anterior y 2 minutos y medio por la parte posterior) y 10 minutos son para el masaje en ambas piernas (5 minutos por la parte anterior y 5 minutos por la parte posterior).

2.7.4 Características del masaje con crioterapia (znar).

- Todas las técnicas se aplicaron de manera enérgica y rítmica
- Es aplicado por 2 personas (1 para cada pierna)
- Los aplicadores deben estar perfectamente coordinados para la aplicación de las técnicas generando un efecto espejo.

2.7.5 Recomendaciones para la aplicación del masaje con crioterapia (znar).

- Los aplicadores deben estar perfectamente coordinados en la aplicación de las técnicas, el ritmo, frecuencia y presión de cada una de ellas, así como tener una buena condición física para mantener las frecuencias de las diferentes técnicas.
- Los aplicadores deben tener una altura similar para adecuar la camilla a una altura donde puedan mantener una postura adecuada al aplicar el masaje.
- La persona a la que se le aplicó el masaje debía tener ropa adecuada para recibir el masaje.
- Se le debe explicar al sujeto el proceso del masaje previo a recibirlo para que sepa que hacer al recibir las indicaciones de cambios de postura por el aplicador.
- Si la persona tiene mucho vello, se puede rebajar el mismo o utilizar abundante aceite para evitar lesiones en la piel.

2.7.6 Contraindicaciones del masaje.

- Personas alérgicas al hielo
- Piel sensible
- Afecciones de la piel (urticaria, acné,)
- Heridas abiertas
- Varices tortuosas

Tabla 1

Descripción del protocolo de masaje con crioterapia (ZNAR).

PLANO/ POSICION	TIEMPO	FRECUENCIA	TECNICA	ZONA	DESCRIPCION
Anterior: de cubito supino	2 minutos con 30 Segundos	De 140 a 145 veces que contacta el hielo con la pierna	crioterapia	Toda la pierna	Aplicación de la crioterapia en bolsa con hielo, realizar movimientos circulares de manera ascendente, es decir, de caudal a céfalo.
Cambio de posición de la persona: a cubito prono					
Posterior: de cubito prono	2 minutos con 30 Segundos	De 140 a 145 veces que contacta el hielo con la pierna	crioterapia	Toda la pierna	Aplicación de la crioterapia en bolsa con hielo, realizar movimientos circulares de manera ascendente, es decir, de caudal a céfalo.
Posterior: de cubito prono	30 segundos	De 40 a 45 veces	frotación	Toda la pierna (Gastrocnemio e isquiotibiales)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Gastrocnemio	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Isquiotibiales	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Gastrocnemio e isquiotibiales)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	30 segundos	De 30 a 35 veces	Fricción	Gastrocnemio	Presión lineal sobre el músculo con el pulgar de caudal a céfalo con ambos pulgares.
	30 segundos	De 30 a 35 veces	Fricción	Izquiotibiales	Presión lineal sobre el músculo con el pulgar de caudal a céfalo con ambos pulgares.
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Gastrocnemio e isquiotibiales)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Gastrocnemio	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Isquiotibiales	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Gastrocnemio e isquiotibiales)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.

	15 segundos	De 30 a 35 veces	Vibración	Gastrocnemio	Movimientos ondulatorios y enérgicos con ambas manos
	15 segundos	De 30 a 35 veces	Vibración	Isquiotibiales	Movimientos ondulatorios y enérgicos con ambas manos
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Gastrocnemio e isquiotibiales)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
Cambio de posición de la persona: a cubito supino					
Anterior: de cubito supino	30 segundos	De 40 a 45 veces	frotación	Toda la pierna (Tibial anterior y cuádriceps)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Tibial anterior	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Cuádriceps	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Tibial anterior y cuádriceps)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	30 segundos	De 30 a 35 veces	Fricción	Tibial anterior	Presión lineal sobre el tejido aplicado con el pulgar, de caudal a céfalo.
	30 segundos	De 30 a 35 veces	Fricción	Cuádriceps	Presión lineal sobre el tejido aplicado con el pulgar, de caudal a céfalo.
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Tibial anterior y cuádriceps)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Tibial anterior	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	15 segundos	De 40 a 45 veces	Amasamiento	Cuádriceps	Movimientos repetitivos en forma de “s”, rítmicos de caudal a céfalo, cubriendo toda el área a tratar.
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Tibial anterior y cuádriceps)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	15 segundos	De 30 a 35 veces	Vibración	Gastrocnemio	Movimientos ondulatorios y enérgicos con ambas manos
	15 segundos	De 30 a 35 veces	Vibración	Cuádriceps e isquiotibiales	Movimientos ondulatorios y enérgicos con ambas manos
	30 segundos	De 40 a 45 veces	Frotación	Toda la pierna (Tibial anterior y cuádriceps)	Roces superficiales rítmicos con ambas palmas de las manos, en movimientos circulares a lo largo de la pierna de caudal a céfalo.
	Final				

2.7.2 Determinación de la Creatin kinasa

2.7.2.1 Material necesario:

- Reflotron instrument
- Micro pipeta automática con un rango de 20 a 200 µl y puntas de pipetas
- Centrífuga clínica
- Equipo y material de laboratorio para la extracción de sangre (torundas de algodón, alcohol etílico 70%, lancetas BD (cat. 366594), microtainer con EDTA BD (cat. 365974), equipo para mantener en movimiento las muestras hasta la separación del plasma, tubos ependorf de 1.5 ml para separar plasma, criocajas, etc)
- Tiras reactivas de CK para refrotrón (cat.11126695)

2.7.2.2 Protocolo de toma de muestra.

Se limpia el área con una sustancia antiséptica (etanol al 70%) permitiendo su secado completamente, se punza con una lanceta al costado izquierdo del dedo, posteriormente se recogen 500 µl de sangre en un tubo heparinizado (microtainer), manteniéndolo en movimientos suaves para evitar su coagulación, se coloca el tubo en la centrífuga a 3000 rpm durante 5 minutos, una vez separado el plasma en la centrífuga se separó el plasma en un tubo ependorf de 1.5 mL y se colocó en hielo hasta su procesamiento.

Para realizar la cuantificación de CK, se tomaron 30 µl con una micropipeta automática para colocarse en una tira reactiva para CK, específicamente en la zona roja reactiva, cuidando no tocar dicha área, una vez realizado este proceso se coloca la tira reactiva en el replotron para su lectura, el proceso de lectura dura dos minutos para arrojar el dato final de la concentración de Creatin Kinasa en plasma.

2.7.2.3 Realización del test.

El aparato confirma con el mensaje “CK” que el código magnético específico del test ha sido leído correctamente. Los segundos transcurridos hasta la aparición del resultado son indicados en visualización digital. La actividad de la CK es evaluada y automáticamente calculada con la ayuda de una función y factores de conversión transferidos al equipo por la banda magnética que se encuentra en cada porta reactivo. En función del ajuste del aparato en una unidad convencional o SI y la temperatura de referencia, se indica la actividad enzimática para 25°C, 30°C ó 37°C en U/l o $\mu\text{kat/l}$. retirar el porta reactivos usado y eliminarlo de acuerdo con las disposiciones validas como material biológico. La eventual alinealidad de la curva de reacción es indicada en el display mediante el signo * antes del resultado de la medición.

2.8 Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva. Se utilizó el test de Shapiro-Wilk para ver la normalidad de los datos, posteriormente se utilizó la prueba de la ANOVA para determinar diferencias significativas además de la prueba post hoc de Tukey. El nivel de significancia fue de $p < .05$. El software utilizado fue el IBM SPSS v21.

Capítulo III

3. Resultados

Las características de los participantes se muestran en la tabla 2. Destacando un consumo máximo de oxígeno (VO₂max) aceptable para atletas de fondo, así como los porcentajes de masa grasa se encuentran dentro de los límites aceptables.

Tabla 2

Características de los participantes.

Variable		Media \pm DE
Edad	(años)	20.56 \pm 2.69
Altura	(cm)	177.33 \pm 5.93
Peso	(Kg)	66.77 \pm 7.57
VO ₂ max	(ml/kg/min)	59.30 \pm 4.56
FCmax	(ppm)	187.22 \pm 14.76
% grasa	(Kg)	18.66 \pm 4.79
Magra	(Kg)	52.02 \pm 5.22

Nota: los datos son presentados en media \pm desviación estándar.

En la figura 1 se observa las zonas de intensidad de Edwards en la cual se muestra la intensidad en la que los atletas realizaron la carrera, evidenciando el mayor tiempo en la zona 5, la cual es característica de una intensidad del 95 al 100%.

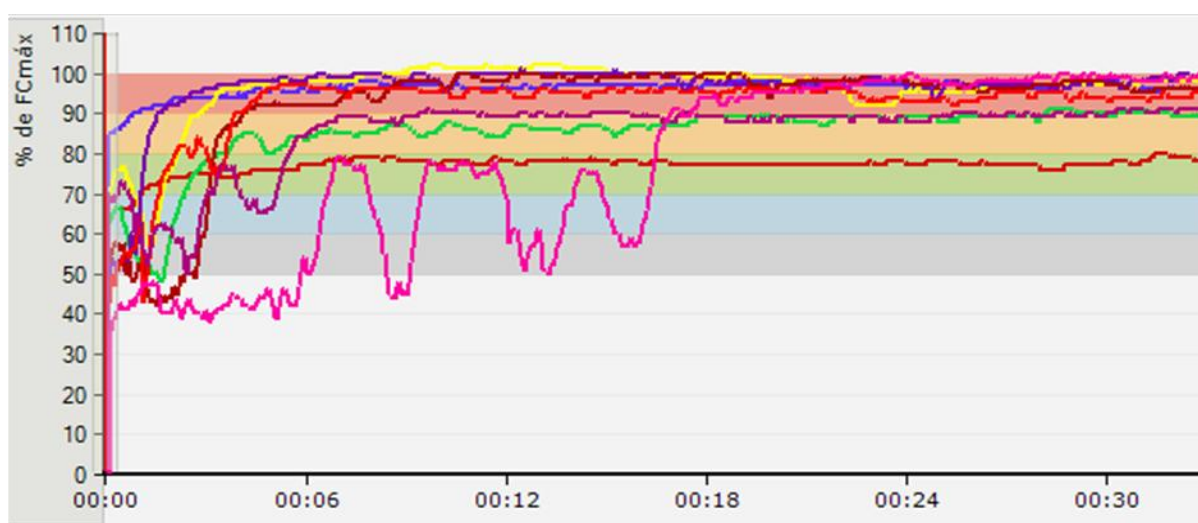


Figura 1. Zona de la intensidad de la frecuencia cardíaca de los corredores.

3.1 Datos de la CK en las tomas realizadas.

En las *figuras 2, 4, 6, 8, 10 y 12* se observan los niveles de CK en cada muestra de los sujetos del grupo experimental y el las *figuras 3, 5, 7, 9 y 11* se muestran los valores del grupo control.

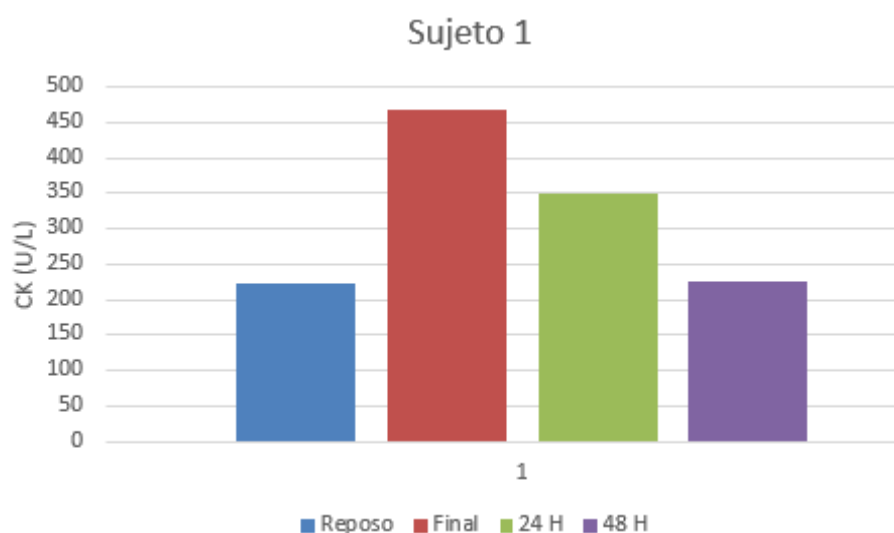


Figura 2. Valores de la CK del sujeto 1 (Grupo experimental)

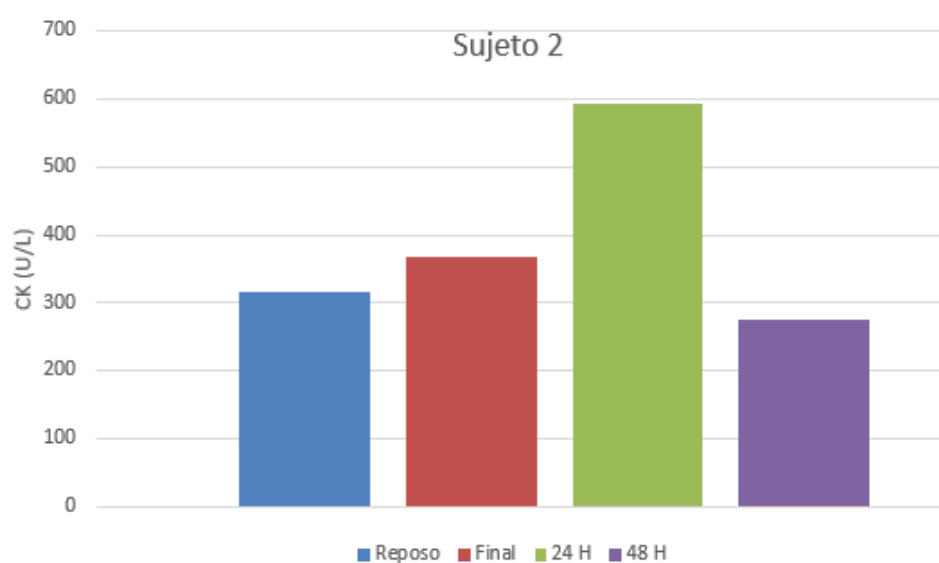


Figura 3. Valores de la CK del sujeto 2 (Grupo control)

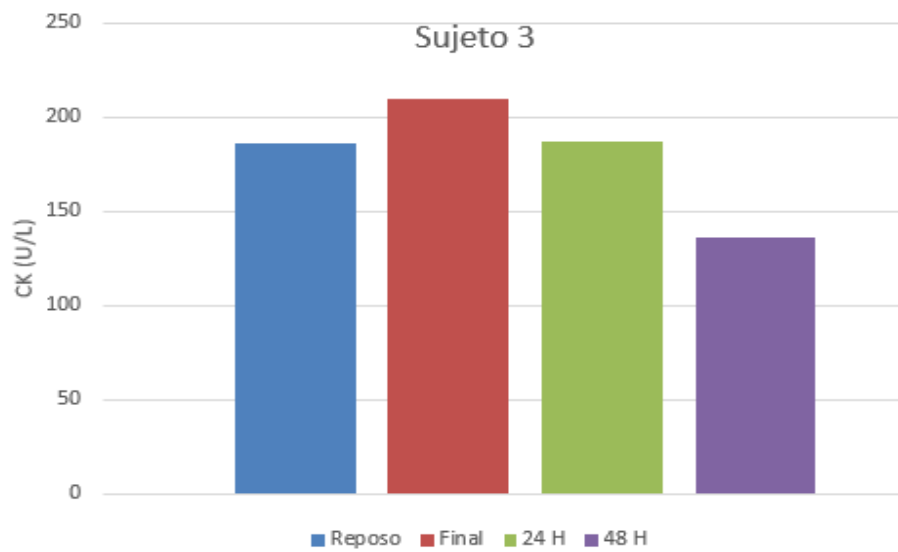


Figura 4. Valores de la CK del sujeto 3 (Grupo experimental)

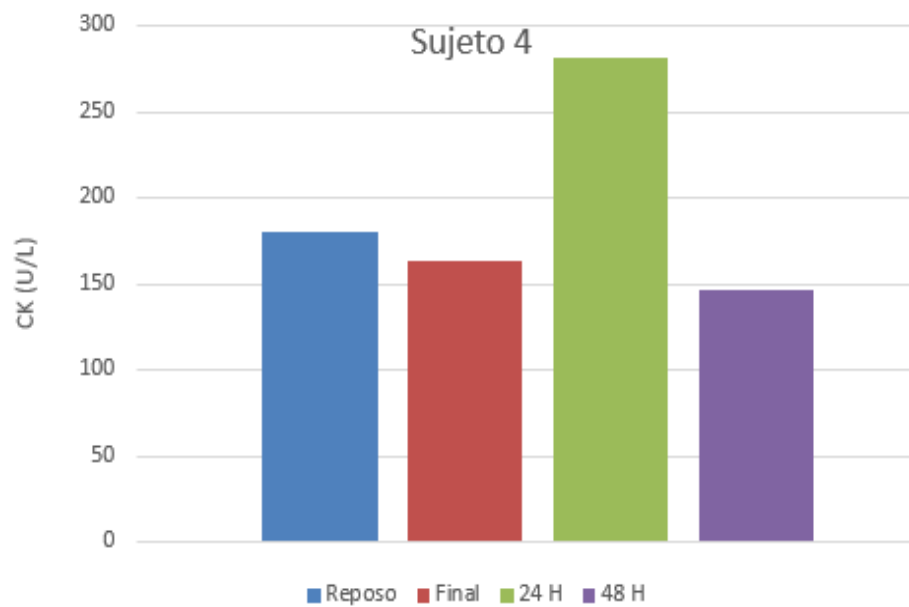


Figura 5. Valores de la CK del sujeto 4 (Grupo control)

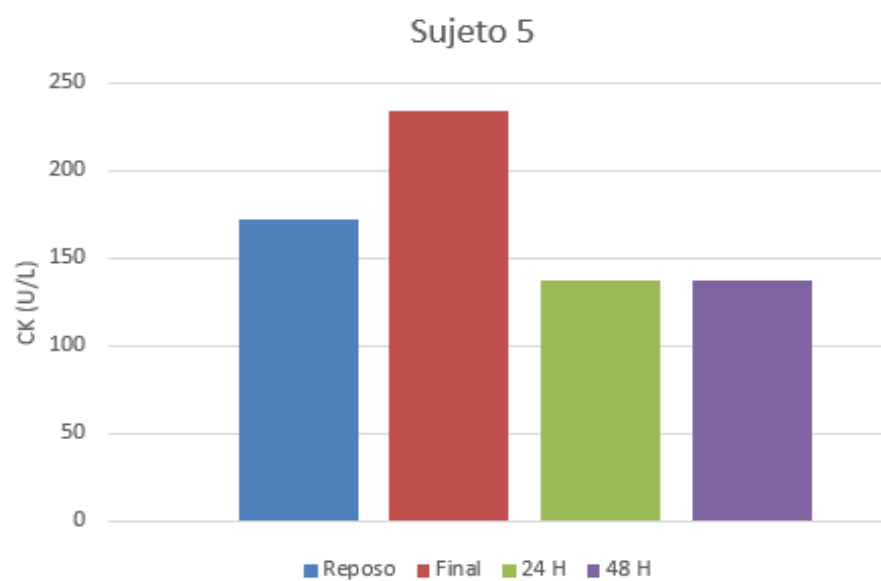


Figura 6. Valores de CK del sujeto 5 (Grupo experimental)

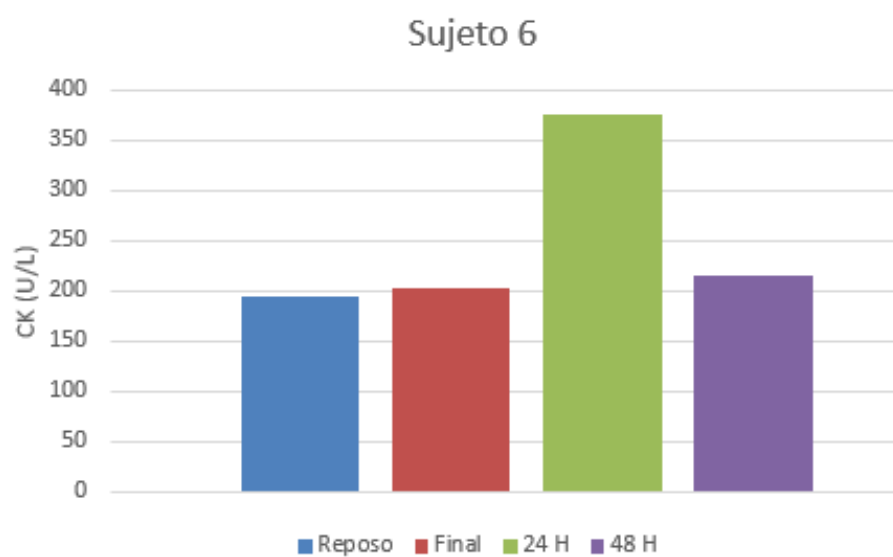


Figura 7. Valores de CK del sujeto 6 (Grupo control)

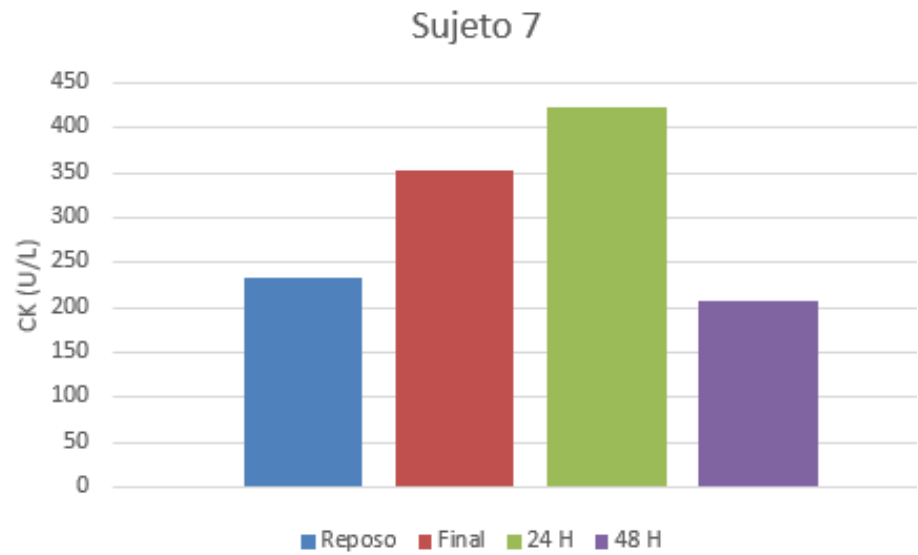


Figura 8. Valores de CK del sujeto 7 (Grupo experimental)

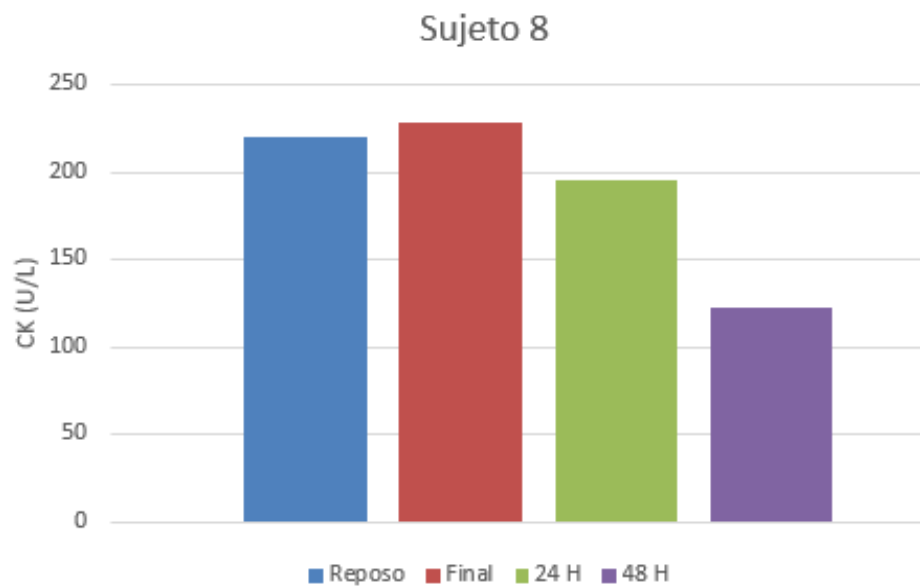


Figura 9. Valores de CK del sujeto 8 (Grupo control)

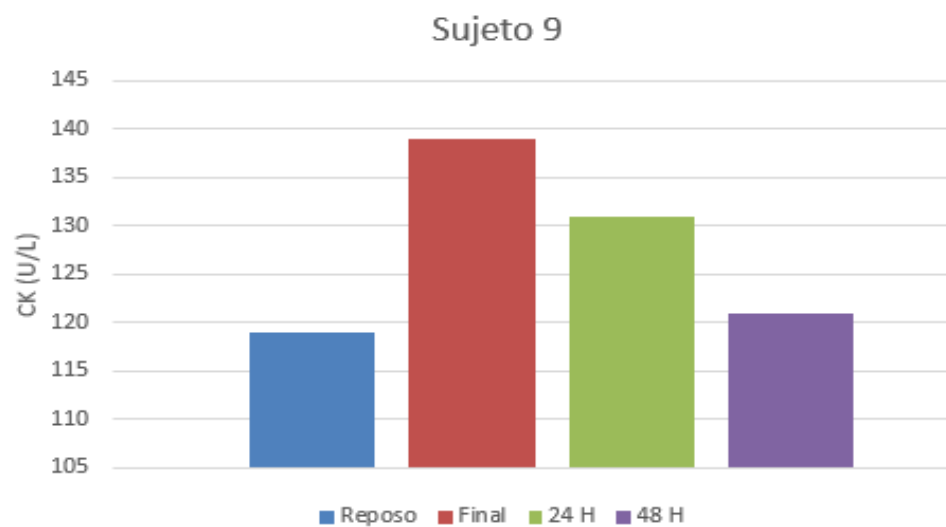


Figura 10. Valores de CK del sujeto 9 (Grupo experimental)

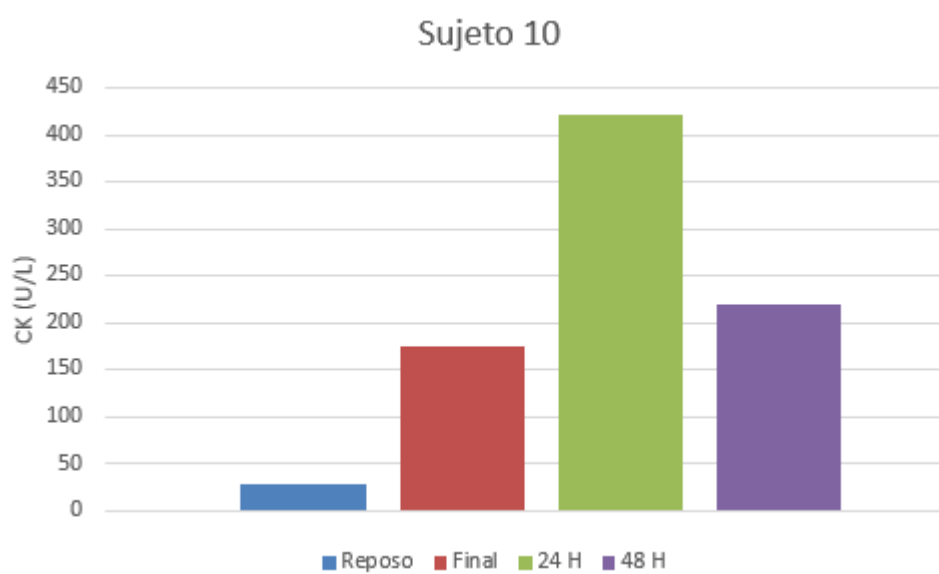


Figura 11. Valores de CK del sujeto 10 (Grupo control)



Figura 12. Valores de CK del sujeto 11 (Grupo experimental)

En la figura 13 se muestran los valores de la CK por grupo y su diferencia significativa con respecto a la de reposo.

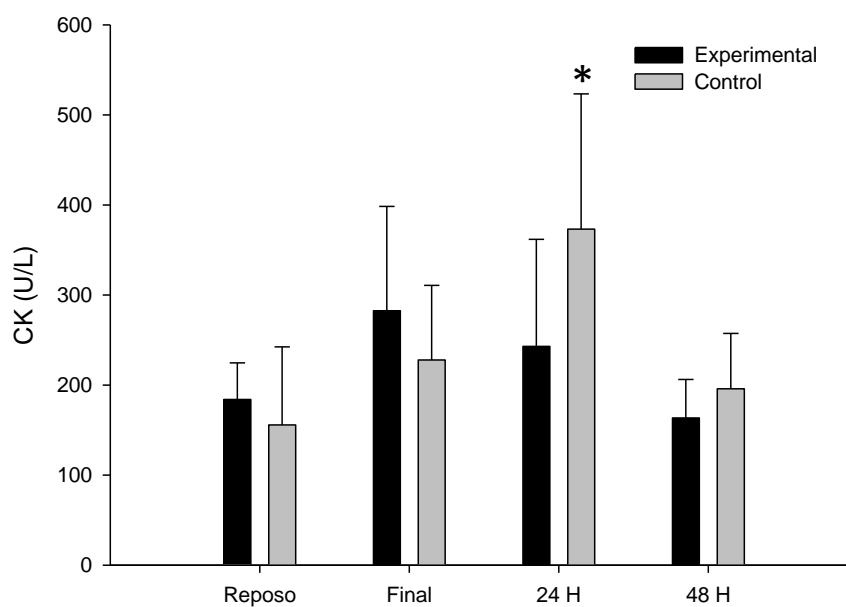


Figura 13. Valores de los CK por grupo en las diferentes tomas. * Diferencia significativa con respecto a la de reposo $p < .05$.

En la tabla 3 se muestra la prueba de la ANOVA en el grupo experimental no se encontraron diferencias significativas ($p > .109$). Posteriormente se realizó la prueba Post Hoc de Tukey para analizar diferencias entre las tomas lo cual no se encontraron diferencias significativas. En el grupo control si encontramos diferencias significativas ($p < .05$). Cuando comparamos las tomas a través de la prueba Post Hoc de Tukey se encontraron diferencias significativas entre la toma de reposo con la de 24 H ($p < .05$).

Tabla 3

Valores de la CK (Media \pm Desviación estándar)

	Experimental	Control
Reposo	184.00 \pm 40.6	155.80 \pm 86.65
Final	282.50 \pm 115.91	227.80 \pm 82.9
24 H	243.00 \pm 118.87	373.20 \pm 150.19
48 H	163.50 \pm 42.62	195.80 \pm 61.47

Capítulo IV

4. Discusión

El principal hallazgo de nuestro estudio fue que el masaje con crioterapia en el grupo experimental posterior a una competencia disminuye los niveles de daño muscular permitiendo una mejor y rápida recuperación, a diferencia del grupo control que no recibió el tratamiento.

En el grupo que recibió el tratamiento se observa que los valores de CK no se elevaron como en el grupo control, además a las 24 horas posteriores a la competencia estos valores se encontraban a niveles similares a los de la toma basal. Caso contrario con el grupo control, en el cual los valores de CK siguen en aumento aún a las 24 horas y hasta las 48 horas los valores regresan a los de la toma basal.

Los resultados de nuestro estudio muestran diferencias en los niveles de CK respecto a los resultados de diferentes estudios publicados anteriormente (Demirhand, Yaman, Cengiz, Saritas, & Gunay, 2015; Howatson, Gaze, & van Someren, 2004; Crane et al., 2012, Kargarfard et al., 2005, Novakovac, & Sifta, 2010, Sharma, & Mohamad, 2014). Las diferencias en los resultados se pueden deber a las diversas metodologías implementadas en la aplicación del masaje, ya que no se encontraron estudios con una metodología similar a la propuesta por nosotros.

En un estudio realizado a 20 luchadores, a los cuales se les aplicó un masaje con crioterapia posterior al ejercicio por 8 minutos, 4 minutos en brazos y 4 minutos en piernas, mostró que no había diferencia entre los valores de la CK antes y después del ejercicio, incluso a las 24 horas los valores aún siguen aumentando y los síntomas del daño muscular persisten a las 48 horas (Demirhand et al, 2015).

En otro estudio realizado a 12 sujetos después de un ejercicio intenso en miembros superiores, se les aplicó el masaje con crioterapia inmediatamente después, en estos sujetos se observó que los valores de CK alcanzaron su pico

máximo a las 48 horas y que no había diferencia significativa con el grupo control, por lo que concluyeron que el masaje con crioterapia no era efectivo para reducir los síntomas del daño muscular (Howatson et al., 2004).

En el estudio de Isabell, Durrant, Mirer, & Anderson (1992) comparan dos técnicas en 22 sujetos, una de ellas fue masaje con crioterapia y la segunda fue masaje con crioterapia además de una serie de ejercicios, los resultados muestran que los niveles de CK en ambos grupos se mantenían similares incrementando a las 24 horas y empezaron su descenso a las 48 horas, a diferencia del grupo control que descendió hasta las 72 horas. En este estudio se concluyó que no había diferencia entre estos métodos para la prevención o el tratamiento de los síntomas de daño muscular.

En su estudio Kargarfard et al (2005) analizó a 30 sujetos a través de un test de fuerza en miembros inferiores y posteriormente se les aplicó un masaje de 30 minutos, observando en los resultados diferencias significativas, ya que el grupo experimental tubo su pico en los valores de CK a las 24 horas y a las 48 descendió a diferencia del grupo control que a las 72 horas aun mostraba niveles altos de CK.

En un estudio realizado a 5 sujetos (Novakovac, & Sifta, 2010), comparan varios métodos de recuperación, entre ellos el masaje con crioterapia aplicado por 5 minutos después de realizar 30 minutos de ejercicio aeróbico, donde no encontraron diferencias entre el los métodos y determinaron que 5 minutos de masaje con crioterapia no eran efectivos.

En el estudio de Moraska (2005) en donde se hace una revisión de diferentes artículos sobre la efectividad del masaje (Cafarelli & Flint, 1992; Dawson, Dawson, Thomas & Tiidus, 2011; Ernst, 1998; Smith et al, 1994; Tiidus, 2015; Tiidus, 1997) concluye que la evidencia sobre el masaje está muy limitada y existen pocos estudios que sustenten su efectividad, sin embargo.

El estudio realizado por Smith et al (1994) es el primer estudio que reporta la aplicación de un masaje deportivo vigoroso aplicado después de las 2 horas de finalizado el ejercicio, puede reducir significativamente los síntomas del daño muscular, analiza a 14 sujetos no entrenados a través de un test de isocinecia en extremidad superior para después aplicarles un masaje de 30 minutos, los resultados indican que hay diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo placebo en los síntomas del daño muscular y los niveles de CK, sin embargo el pico de la CK se presenta a las 24 horas posteriores a la carrera en el grupo experimental y a las 48 horas en el grupo placebo, contrario a nuestro trabajo donde el pico de la CK se da al finalizar el ejercicio y a las 24 horas está descendiendo.

Caso contrario el estudio realizado por Dawson et al (2011) en el que analiza a 28 sujetos durante 10 semanas de entrenamiento para prepararlos para una carrera de 10km, donde aplica 1 masaje de 30 minutos por semana al grupo experimental, concluyó que no existieron diferencias en los valores fisiológicos de los sujetos, sin embargo todos los sujeto del grupo experimental terminaron la carrera a diferencia de los del grupo control, que solo la mitad concluyó la carrera, esto no se puede atribuir al masaje, ya que existen otros factores como, el estado psicológico o factores externos que pudieron influir en el resultado, por lo que Dawson et al (2011) afirmó que el masaje no se recomienda como un elemento útil.

En los estudios anteriores podemos ver que muy pocos concuerdan con la creencia de la efectividad del masaje como medio de recuperación, debido a sus resultados, también podemos ver los que afirman que el masaje no es una herramienta útil de recuperación, esto puede ser debido a que en los pocos estudios que se encuentran las metodologías son muy variadas, la duración y el tipo de masaje son muy diferentes, y se aplican las técnicas por separado, tanto la crioterapia como el masaje.

Contrario a esto nuestro estudio combinó el masaje con la crioterapia, modificando la forma de aplicación, la duración y la intensidad, con lo que se obtuvo una diferencia significativa en los valores de la CK, al reducir el pico y descender los niveles a las 24 horas.

4.1 Limitaciones

Como principal mejoramiento del estudio podemos mencionar el tamaño de la muestra además de incluir otra tipo de variables para analizar el daño muscular e inclusive la aplicación de un test para conocer la percepción del dolor. Consideramos importante probar el masaje con crioterapia en deportes de carácter intermitente tanto en competencias como entrenamientos de alta intensidad.

5. Conclusión

Con base a los resultados obtenidos podemos concluir que el masaje con crioterapia favorece al proceso de recuperación y eliminación de la CK, permitiendo al organismo afrontar de mejor manera los afectos negativos del daño muscular.

Referencias

- Ascensao, A., Leite, M., Rebelo, A., Magalhaes, S. & Magalhaes, J. (2011). *Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match*. Journal of Sports Sciences, 29:3, 217-225.
- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A. & Melegati, G. (2010). *Whole-Body Cryotherapy in Athletes*. Sports Med; 40 (6)
- Barnett, A. (2006). *Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes*. Sports Medicine, 36(9), pp.781-796. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200636090-00005>
- Biriukov, A. (2003). *El masaje deportivo*. Editorial paidotribo.
- Bleakley, A., Bieuzen, F., Davison, G. & Costello, J. (2014). *Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives*. Open Access Journal of Sports Medicine :5 25–36
- Brancaccio, P., Maffulli, N. & Limongelli, F. (2007). *Creatin kinase monitoring in sport medicine*. British Medical Bulletin, 81-82(1), pp.209-230.
- Cafarelli, E. and Flint, F. (1992). *The Role of Massage in Preparation For and Recovery From Exercise*. Sports Medicine, 14(1), pp.1-9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1641539>
- Cheung, K., Hume, P. and Maxwell, L. (2003). *Delayed Onset Muscle Soreness*. Sports Medicine, 33(2), pp.145-164. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12617692>
- Crane, J., Ogborn, D., Cupido, C., Melov, S., Hubbard, A., Bourgeois, J. and Tarnopolsky, M. (2012). *Massage Therapy Attenuates Inflammatory Signaling*

After Exercise-Induced Muscle Damage. Science Translational Medicine, 4(119).

Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22301554>

Dawson, B., Gow, S., Modra, S., Bishop, D. and Stewart, G. (2005). *Effects of immediate post-game recovery procedures on muscle soreness, power and flexibility levels over the next 48 hours*. Journal of Science and Medicine in Sport, 8(2), pp.210-221. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S144024400580012X>

Dawson, K., Dawson, L., Thomas, A & Tiidus, P. (2011). *Effectiveness of regular proactive massage therapy for novice recreational runners*. Physical Therapy in Sport 12 (2011) 182e187

Demirhand, B., Yaman, M., Cengiz, A., Saritas, N. & Gunay, M. (2015). *Comparison of Ice Massage versus Cold-Water Immersion on Muscle Damage and DOMS Levels of Elite Wrestlers*. Anthropologist, 19(1), 123-129

Ernst, E. (1998). *Does post-exercise massage treatment reduce delayed onset muscle soreness? A systematic review*. British Journal of Sports Medicine, 32(3), pp.212-214. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9773168>

Garcia, E. & Seco, J. (2003). *Fisioterapia deportiva: técnicas físicas*. Madrid: Gymnos.

Guyton, A. and Hall, J. (2000). *Textbook of medical physiology*. 1st ed. Philadelphia: Saunders.

Hemmings, B. (2000). *Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance*. British Journal of Sports Medicine, 34(2), pp.109-114. Recuperado de <http://bjsm.bmj.com/content/34/2/109.full>

Hernandez-reif, M., Field, T., Krasnegor, J. and Theakston, H. (2001). *Lower Back Pain is Reduced and Range of Motion Increased After Massage Therapy*. International Journal of Neuroscience, 106(3-4), pp.131-145. Recuperado de <http://isharonline.org/content/lower-back-pain-reduced-and-range-motion-increased-after-massage-therapy>

Hinds, T., McEwan, I., Perkes, J., Dawson, E., Ball, D. and George, K. (2004). *Effects of Massage on Limb and Skin Blood Flow after Quadriceps Exercise*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(8), pp.1308-1313. Recuperado de http://physiosandringham.com.au/wp-content/uploads/2012/11/TessaHinds_message_bloodflow_post-exercise1.pdf

Howatson, G., Gaze, D. & van Someren, K. A. (2004). *The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 15, 416-422.

Huter-Becker, A., Schewe, H. & Heipertz, W. (2005). *Terapia física*. Barcelona: editorial paidotribo.

Ironson, G., Field, T., Scafidi, F., Hashimoto, M., Kumar, M., Kumar, A., Price, A., Goncalves, A., Burman, I., Tetenman, C., Patarca, R. and Fletcher, M. (1996). *Massage Therapy is Associated with Enhancement of the Immune System's Cytotoxic Capacity*. International Journal of Neuroscience, 84(1-4), pp.205-217. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8707483>

Ihsan, M., Watson, G. & Abbiss, C. (2016). *What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise?*. Springer International Publishing, 10.1007/s40279-016-0483-3

Isabell, W., Durrant, E., Mirer, W. & Anderson, S. (1992). *The Effects of Ice Massage, Ice Massage with Exercise, and Exercise on the Prevention and Treatment of Delayed Onset Muscle Soreness*. Journal of Athletic Training, 27(3), 208-217.

Kargarfard, M., Lam, E., Shariat, A., Shaw, I., Shaw, B. and Tamrin, S. (2015). *Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders*. Journal of Sports Sciences, 34(10), pp.959-965. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26334128>

Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W. and Howatson, G. (2011). *Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis*. British Journal of Sports Medicine, 46(4), pp.233-240. Recuperado de <http://bjsm.bmj.com/content/early/2011/09/21/bjsports-2011-090061.short>

Miranda, F. (2016). *Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante una competencia fundamental en jugadores de balonmano* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.

Montero, F. J., Peinado, P. J., Ortega, A., & Gross, M. (2006). *Control biológico del entrenamiento de resistencia*. Revista Internacional de Ciencias del Deporte, II, pp.65-87.

Moraska, A. (2005). *Sports massage a comprehensive review*. Journal of sports medicine and Physical Fitness, 45(3), pp370-380.

Morelli, M. (1991). *H-reflex modulation during manual muscle massage of human triceps surae*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 72(11), pp.915-919. Recuperado de [http://www.archives-pmr.org/article/0003-9993\(91\)90011-7/abstract](http://www.archives-pmr.org/article/0003-9993(91)90011-7/abstract)

Morelli, M., Seaborne, D. and Sullivan, S. (1990). *Changes in H-Reflex Amplitude During Massage of Triceps Surae in Healthy Subjects*. J Orthop Sports

Phys Ther, 12(2), pp.55-59. Recuperado de
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18787257>

Nelson, N. (2013). *Delayed onset muscle soreness: Is massage effective?*.
Journal Of Bodywork And Movement Therapies, 17(4), 475-482.

Novakovic, P. & Sift, P. (2010). *Comparison of Effects of Various
Methods of Recovery of Muscle after Applied Exercise*. IFMBE Proceedings, 31,
1040-1043.

Poppendieck, W., Wegmann, M., Ferrauti, A., Kellmann, M., Pfeiffer, M.
and Meyer, T. (2016). *Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical
Review*. Sports Med, 46(2), pp.183-204. Recuperado de
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26744335>

Rius, J.(2005). *Metodología y técnicas de atletismo*. Editorial paidotribo.

Rumpler, B. & Schutt, K. (1992). *El masaje*. Madrid: Editorial paidotribo.

Sharma, G. & Mohamad, M., 2014. *Effect of Ice Massage on Lower
Extremity Functional Performance and Weight Discrimination Ability in Collegiate
Footballers*. Asian J Sports Med, 5(3): e23184.

Shulman, K. (1996). *The Effectiveness of Massage Therapy Intervention on
Reducing Anxiety in the Workplace*. The Journal of Applied Behavioral Science,
32(2), pp.160-173. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/250959494_The_Effectiveness_of_Massage_Therapy_Intervention_on_Reducing_Anxiety_in_the_Workplace

Smith, L., Keating, M., Holbert, D., Spratt, D., McCammon, M., Smith, S.
and Israel, R. (1994). *The Effects of Athletic Massage on Delayed Onset Muscle
Soreness, Creatine Kinase, and Neutrophil Count: A Preliminary Report*. Journal of

Ortopedic & Sports Physical Therapy, 19(2), pp.93-99. Recuperado de
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8148868>

Tiidus, P. (2015). *Alternative treatments for muscle injury: massage, cryotherapy, and hyperbaric oxygen*. Curr Rev Musculoskelet Med, 8:162–167.

Tiidus, P. (1997). *Manual Massage and Recovery of Muscle Function Following exercise: A Literature Review*. Journal of Ortopedic & Sports Physical Therapy, 25(2), pp.107-102.

Tiidus, P. and Shoemaker, J. (1995). *Effleurage Massage, Muscle Blood Flow and Long-Term Post-Exercise Strength Recovery*. International Journal of Sports Medicine, 16(07), pp.478-483. Recuperado de
http://www.worldcat.org/title/effleurage-massage-muscle-blood-flow-and-long-term-post-exercise-strength-recovery/oclc/5560019487&referer=brief_results

Torres Lacomba, M. and Salvat Salvat, I. (2006). *Guía de masoterapia para fisioterapeutas*. 1st ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Vetter, N. (2007). *Editor's Choise*. British Medical Bulletin, 84(1), pp.1-4.

Weerapong, P., Hume, P. and Kolt, G. (2005). *The Mechanisms of Massage and Effects on Performance, Muscle Recovery and Injury Prevention*. Sports Medicine, 35(3), pp.235-256. Recuperado de
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15730338>

Apéndices

Consentimiento informado

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ estoy de acuerdo en participar en el proyecto titulado “Influencia del masaje con crioterapia sobre los valores de la CK posteriores a una competencia en corredores de fondo”, el propósito de este estudio es analizar el comportamiento de los valores de la CK en el proceso de recuperación tras una competencia y la aplicación de un masaje con crioterapia. Para ello se realizará una toma de sangre capilar antes de la competencia, posterior a la competencia, 24 horas y 48 horas posterior a la competencia, además se controlará la frecuencia cardiaca para medir la intensidad de la competencia. Conjuntamente se me ha comunicado a detalle el objeto de mi cooperación y al aceptar participar en este proyecto de investigación los resultados obtenidos serán manejados en forma confidencial y que en ningún momento se violará su privacidad. Entiendo también que todas las pruebas realizadas durante este estudio no implicarán ningún costo extra para mí y que los gastos serán absorbidos por el investigador, así como entiendo que los resultados obtenidos podrán ser publicados en revistas de divulgación científica.

Entiendo que estoy en mi derecho de solicitar cualquier aclaración o información acerca de la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma y que estoy en libertad de retirarme de este estudio en el momento que desee.

Firma: _____ Fecha: _____

Testigo 1: _____
Nombre y firma

Testigo 2: _____
Nombre y firma

Responsable de la investigación:

Dr. Germán Hernández Cruz

Tesista:

L.C.E. Zeltzin N. Alonso Ramos

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

L.C.E. ZELTZIN NEREYDA ALONSO RAMOS

**Candidata para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con
Orientación en Alto Rendimiento Deportivo**

**Tesina: INFLUENCIA DEL MASAJE CON CRIOTERAPIA SOBRE LA
RECUPERACIÓN POSTERIOR A UNA COMPETENCIA EN
CORREDORES DE FONDO**

Campo temático:

Datos personales:

Nacida en H. Matamoros, Tamaulipas, el 27 de febrero de 1992; hija del Sr. Jacinto Alonso Medina y la Lic. Mirtha Guadalupe Ramos Gutiérrez.

Educación profesional:

Licenciatura en ciencias del ejercicio

Experiencia profesional:

Jefatura de servicios médicos y rehabilitación de la FOD,
Docente de pre grado de la FOD

Email:

znar_7@hotmail.com